



Introduction

Les microphones MEMS traditionnels sont omnidirectionnels, ce qui signifie qu'ils captent les sons dans toutes les directions. Cependant, dans de nombreuses applications, il s'agit de capter une seule source sonore (c'est-à-dire la voix d'une personne) tout en rejetant tout bruit de fond et toute réverbération. Pour ce faire, des réseaux de plusieurs microphones sont souvent utilisés pour créer un faisceau directionnel qui peut pointer vers une personne spécifique et isoler sa voix. Plus le faisceau est directionnel, plus le bruit de fond est rejeté, ce qui entraîne une meilleure isolation de la voix de la personne. souhaitable

Lors de la conception de réseaux de microphones à l'aide de microphones omnidirectionnels traditionnels, il existe plusieurs compromis fondamentaux. Il est difficile de créer un « faisceau » avec une directivité suffisante et cohérente sur l'ensemble du spectre audio (20 Hz - 20 kHz) tout en maintenant une qualité audio élevée (quantifiée à l'aide d'une métrique appelée rapport signal/bruit, ou SNR). Un concepteur de réseau de microphones doit choisir de sacrifier la qualité de la parole capturée pour éliminer les bruits de fond gênants, ou de permettre au bruit indésirable de traverser l'audio capturé pour maintenir l'intégrité du signal vocal.

Les microphones MEMS directionnels de Soundskrit éliminent les décisions de conception difficiles imposées par les réseaux de microphones omnidirectionnels traditionnels. Les concepteurs n'ont plus à faire de compromis entre le rejet du bruit de fond et la qualité du signal vocal. La technologie de Soundskrit permet d'alléger les contraintes imposées par les réseaux de microphones et d'offrir des performances inégalées à l'utilisateur final. Cependant, avant d'examiner les avantages des réseaux de microphones utilisant des microphones directionnels, nous allons mieux comprendre les défis associés aux réseaux de microphones omnidirectionnels.

Rapport signal/bruit

Le rapport signal/**bruit d'un microphone**, ou **SNR**, est défini comme le rapport entre la sensibilité du microphone et son bruit. La sensibilité est l'amplitude de la réponse électrique d'un microphone à un stimulus acoustique donné (c'est-à-dire le son). Le bruit du microphone est lié à sa sortie électrique lorsqu'il n'est soumis à aucun stimulus acoustique. Lors de l'écoute d'un signal audio, le bruit du microphone est perçu comme un bruit blanc en arrière-plan. Plus le bruit du microphone est faible par rapport à sa sensibilité, moins le bruit blanc irritant est entendu par l'auditeur. Un rapport signal/bruit élevé se traduit directement par un signal audio de haute qualité.

Au fur et à mesure qu'une personne s'éloigne du microphone, le niveau sonore de sa voix diminue, ce qui réduit le signal vocal capturé. Il est important que le niveau de bruit du microphone soit beaucoup plus faible que le signal vocal capturé pour éviter les sifflements audibles dans l'audio. Un rapport signal/bruit élevé augmente la distance à laquelle un microphone peut capturer efficacement le son.

Indice de directivité

La **directivité** d'un microphone décrit sa sensibilité au son provenant d'une direction particulière (communément appelée direction d'**arrivée**). Un microphone omnidirectionnel a la même sensibilité quelle que soit la direction d'arrivée du son entrant. En revanche, la sensibilité d'un réseau de microphones change en fonction de la direction d'arrivée. L'**indice de directivité (DI) d'un** microphone ou d'un réseau de microphones mesure le rapport entre la sortie d'un son positionné directement devant le faisceau directionnel et la sortie dans un champ sonore diffus avec la même quantité de puissance acoustique totale. Un champ **sonore diffus est un champ dans lequel** l'énergie du son est uniforme dans toutes les directions. Par conséquent, l'indice de directivité d'un microphone omnidirectionnel est de 0 dB puisqu'il capte le son de manière égale dans toutes les directions. Plus un beamformer est directionnel, plus son indice de directivité est élevé. Par exemple, un microphone avec un faisceau dipolaire a un indice de directivité de 4,8 dB. Dans de nombreux environnements pratiques, le bruit de fond indésirable peut être de nature diffuse, comme la réverbération dans un bureau fermé ou le bruit de babillage dans un restaurant bondé. Dans ces scénarios, le bruit de fond ne provient pas d'une ou plusieurs directions spécifiques, mais plutôt de toutes les directions relatives au microphone. Un réseau de microphones avec un indice de directivité de 4,8 dB peut rejeter 4,8 dB de ce bruit de fond diffus.

Malheureusement, les réseaux traditionnels construits à partir de microphones omnidirectionnels ont un indice de directivité qui dépend de la fréquence. Aux basses fréquences, les réseaux de microphones peuvent avoir une réponse plus omnidirectionnelle, tandis qu'aux hautes fréquences, des lobes latéraux indésirables peuvent apparaître dans les diagrammes de directivité. Ainsi, lorsque l'on examine l'indice de directivité, il est important de prendre en compte l'indice de directivité à toutes les fréquences de la gamme audible, car il décrit mieux la capacité d'un système à rejeter le bruit ambiant et à isoler la voix d'un utilisateur. Par conséquent, nous regardons l'**indice de directivité moyen () de 20 DIHz à 20 kHz**. Lors du calcul de l'indice de directivité moyen, une moyenne pondérée logarithmiquement sur l'ensemble du spectre de fréquences est utilisée, comme décrit dans l'AN-110 de Soundskrit, « Attributs des microphones directionnels Soundskrit ».

Formeur de faisceaux de bordée traditionnel

Un type de réseau de microphones est le **réseau de bordées**. Dans un réseau de microphones latéral typique, deux microphones ou plus sont positionnés le long d'une ligne perpendiculaire à la direction dans laquelle se propage le son souhaité. Par exemple, si une personne parle et que sa voix se propage le long d'une direction y , alors les deux microphones ou plus sont placés le long d'une direction x , avec un espacement d comme illustré à la figure 1.

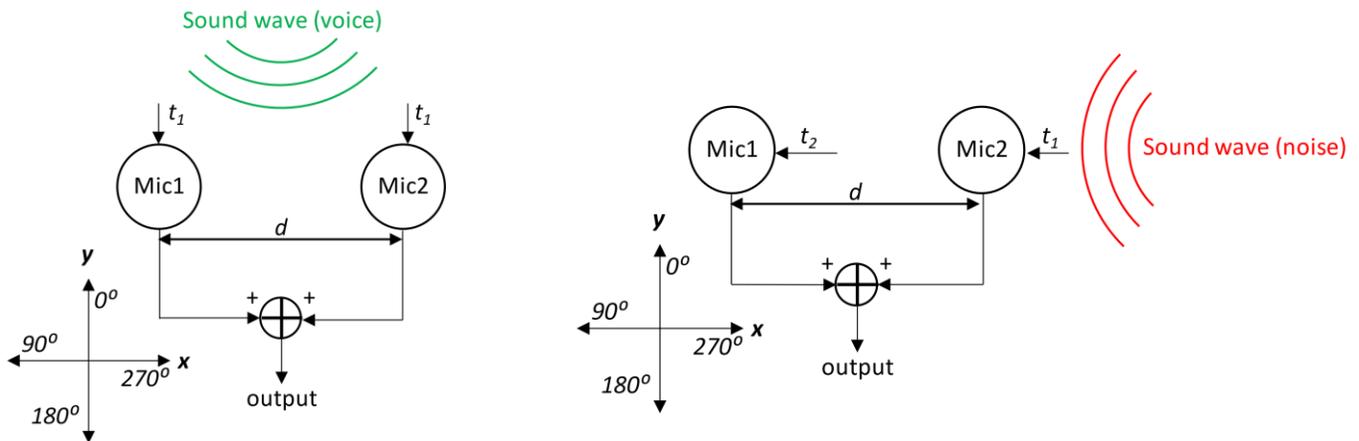
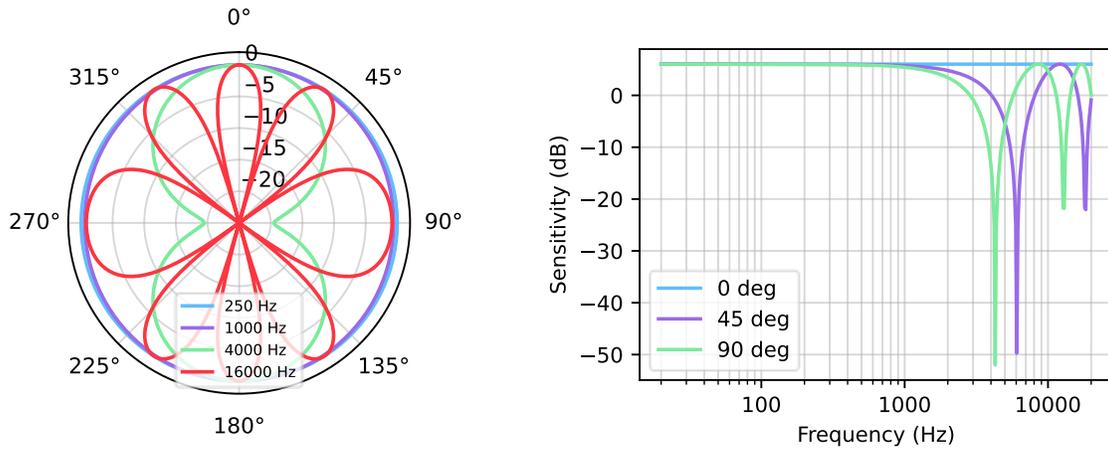


Figure 1: Réseau de bordées utilisant des microphones omnidirectionnels pour un son provenant de 0° (gauche) et 90° (droite)

Dans un réseau de **bordées de retard et de somme**, les sorties des deux signaux du microphone sont additionnées. Tout son se propageant dans la direction y arrive aux deux microphones en même temps, tandis que tout son se propageant dans une direction différente arrive aux deux microphones à des moments différents. Plus le son est proche de la direction x , plus la différence de temps nécessaire pour que l'onde sonore atteigne les deux microphones est importante. Par exemple, dans la figure 1, lorsqu'une onde sonore arrive sur le réseau à partir d'un angle de 0° , elle atteint *Mic1* et *Mic2* en même temps t_1 . En revanche, lorsque l'onde sonore arrive d'un angle de 90° , elle atteint *Mic2* à l'instant t_1 et *Mic1* à un instant ultérieur t_2 . La différence de temps d'arrivée de l'onde sonore au niveau des deux microphones correspond à une différence de phase entre le signal au niveau des deux microphones. Lors de la sommation des signaux du microphone, les sons se propageant le long de la direction y sont complètement en phase et génèrent un signal sonore d'une amplitude deux fois supérieure à celle d'un seul microphone. Lors de la somme des signaux déphasés du microphone à partir du son se propageant le long de la direction x , la sortie est réduite par rapport au premier scénario. Ainsi, le réseau de microphones latéraux capte les sons se déplaçant dans la direction y avec la *sensibilité* la plus élevée, les sons voyageant dans la direction x avec une sensibilité mais capturera réduite.

La figure 2 montre le diagramme de directionnalité et la réponse en fréquence d'un réseau de microphones larges avec un espacement de $d = 40 \text{ mm}$ à l'aide de microphones omnidirectionnels. La réponse en fréquence est normalisée de telle sorte que 0 dB correspond à la sensibilité d'un seul microphone.



microphone.

Figure 2: Diagramme polaire (à gauche) et réponse en fréquence normalisée (à droite) d'un réseau de bordées avec un espacement de 40 mm.

Comme le montre la figure 2, le réseau de microphones a sa plus grande sensibilité pour les sons le long de la direction y (0° et 180°) tout en rejetant les sons le long de la direction x (90° et 270°). En additionnant le signal du réseau de microphones, la sensibilité dans l'axe augmente de 6 dB, comme le montre la réponse en fréquence. Cependant, la somme des signaux du microphone augmente également le bruit. Étant donné que le bruit du microphone de chaque microphone n'est pas corrélé, le bruit du signal de sortie n'augmente que de 3 dB. Par conséquent, cela se traduit par une augmentation totale du rapport signal/bruit de 3 dB par rapport à un seul microphone.

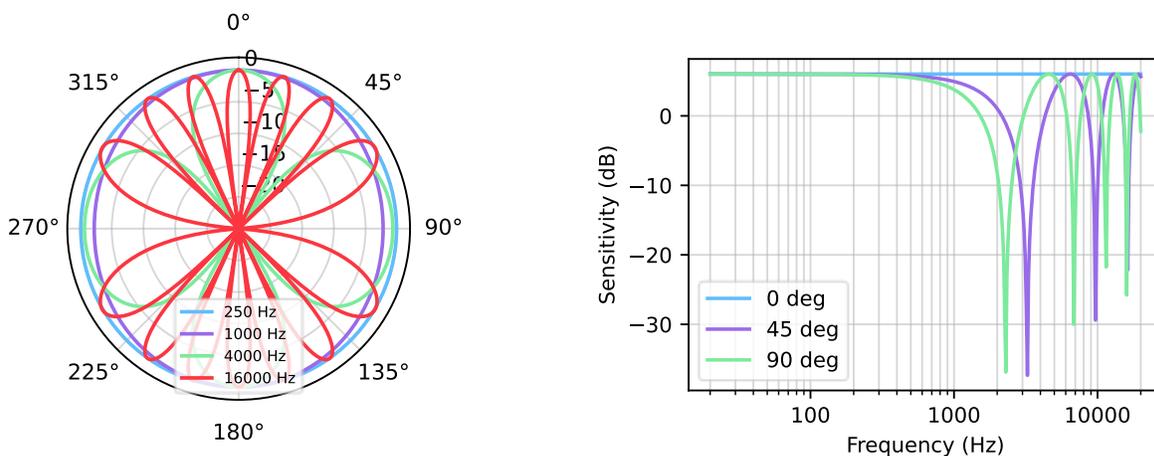
Malheureusement pour les faisceaux latéraux, la directionnalité du réseau n'est pas cohérente avec la fréquence. Au fur et à mesure que la fréquence change, le modèle de directionnalité change également. Le beamformer large permet d'obtenir une réjection parfaite le long de la direction x lorsque la demi-longueur d'onde du son incident est égale à l'espacement entre les deux microphones. À cette fréquence, le signal sonore des deux microphones est parfaitement déphasé pour les sons arrivant de la direction x .

Pour un espacement de 40mm entre les micros, cela correspond à une fréquence de 4,25kHz. En dessous de cette fréquence, la réponse du réseau devient plus omnidirectionnelle car la différence de phase entre les deux microphones diminue quelle que soit la direction d'arrivée. Par conséquent, le réseau a du mal à rejeter les sons ambiants à basse fréquence. Au-dessus de la fréquence où l'espacement du réseau est égal à une demi-longueur d'onde, un crénelage se produit. Le système n'est pas en mesure de faire la différence entre la fréquence réelle et un signal de fréquence inférieure avec la même différence de phase. Cela crée des lobes latéraux indésirables dans le diagramme polaire, dégradant la directivité du microphone et déplaçant les valeurs nulles du réseau de microphones vers des angles différents.

Un faisceau incohérent sur l'ensemble du spectre audio a plusieurs effets indésirables. Tout d'abord, la capacité du réseau de microphones à rejeter le bruit diffus ambiant sur toutes les fréquences est réduite. Bien que le beamformer broadside présente une bonne directivité à 4,25 kHz, il s'écarte rapidement en dehors de cette fréquence. Malheureusement, les réseaux latéraux sont effectivement omnidirectionnels dans les basses fréquences - ils ne sont pas différents d'un simple microphone. Et aux hautes fréquences, une quantité importante de bruit peut se retrouver dans le signal audio en raison des lobes latéraux produits par le crénelage.

Deuxièmement, un faisceau incohérent peut nuire à la capacité d'un réseau de microphones à rejeter les sources directes de bruit. **Les sources sonores** directes sont des sons qui se propagent à partir d'une direction spécifique, comme le bruit d'un téléviseur ou d'un enfant en arrière-plan d'une conférence téléphonique. Les sources de bruit direct sont généralement beaucoup plus fortes que les bruits diffus. Par conséquent, il est souhaitable d'orienter **la valeur nulle** de la configuration du réseau de microphones, c'est-à-dire l'angle auquel le microphone a le moins de sensibilité, au niveau de la source de bruit direct afin d'obtenir une quantité significative de rejet. La valeur nulle d'un réseau de microphones peut souvent fournir jusqu'à 20 dB de rejet du bruit. Cependant, comme le montre la figure 2 ci-dessus, l'angle nul change aux hautes fréquences où le réseau de microphones souffre d'aliasing. Il est donc difficile de rejeter toutes les fréquences d'une source de bruit direct en pointant une valeur nulle vers celle-ci.

Troisièmement, le changement de faisceau en fonction de la fréquence entraîne une « **coloration hors axe** ». La sensibilité du réseau de microphones à des angles **hors axe** (c'est-à-dire non 0°) change en fonction de la fréquence, en particulier dans la gamme des hautes fréquences. Ainsi, les sons arrivant hors axe du microphone sont déformés par la réponse en fréquence changeante du microphone, et la tonalité du vrai son dans l'environnement n'est pas préservée. Dans de nombreux scénarios réels, l'environnement autour d'un microphone produit un nombre important de réflexions d'un signal vocal souhaité. Ces réflexions arrivent hors axe d'un réseau de microphones sous n'importe quel angle.



Lorsque ce son réfléchi (qui est coloré par le réseau de microphones) est mélangé avec le son dans l'axe souhaité, il corrompt la qualité audio de la parole capturée.

Dans l'exemple ci-dessus, le réseau de microphones avait un espacement de 40 mm. Aux basses fréquences, le réseau de microphones semblait omnidirectionnel puisque la différence de phase observée au niveau des deux microphones était relativement faible, quelle que soit la direction d'un son entrant – c'était comme si les deux microphones voyaient effectivement le même signal. Pour

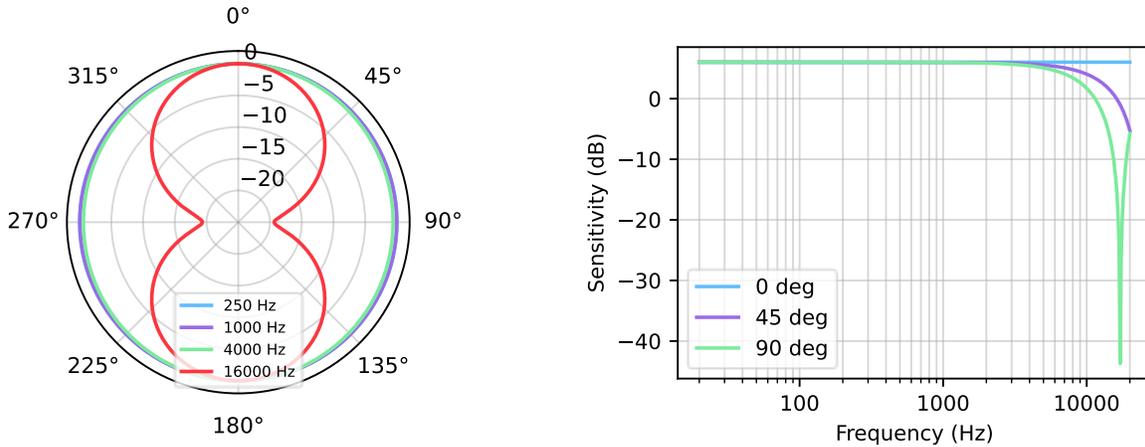


améliorer la directivité dans les basses fréquences, l'espacement entre les microphones peut être augmenté. Par exemple, si les microphones sont espacés de 75 mm, une onde sonore arrivant hors axe met plus de temps à frapper le deuxième microphone par rapport au premier, ce qui crée une plus grande différence de phase. Comme le montre la figure 3, le réseau de microphones atteint une plus grande directivité dans les basses fréquences par rapport à l'espacement de 40 mm.

Figure 3: Diagramme polaire (à gauche) et réponse en fréquence normalisée (à droite) d'un réseau de bordées avec un espacement de 75 mm.

Malheureusement, en raison de l'espacement plus important entre les microphones, le réseau commence à subir un aliasing à une fréquence plus basse, 2,27 kHz, lorsqu'il est espacé de 75 mm. En termes de rapport signal/bruit, le réseau large avec un espacement plus important voit également une augmentation de 3 dB du rapport signal/bruit par rapport au microphone omnidirectionnel unique. Un beamformer côté large avec deux microphones verra toujours une augmentation de 3 dB du rapport signal/bruit, quel que soit l'espacement.

Alternativement, la fréquence de repliement du réseau de microphones peut être poussée à des fréquences plus élevées en espaçant les deux microphones plus près. Par exemple, lorsque les



microphones sont espacés de 10 mm, la directionnalité et la réponse en fréquence du réseau de microphones sont les mêmes que celles illustrées à la Figure 4.

Figure 4: Diagramme polaire (à gauche) et réponse en fréquence normalisée (à droite) d'un réseau de bordées avec un espacement de 10 mm.

Bien que la fréquence de repliement soit poussée jusqu'à 17 kHz, le réseau semble désormais omnidirectionnel pour une plus grande gamme de fréquences à l'extrémité inférieure du spectre audio. Cette configuration permet à peine d'atteindre une directionnalité sur l'ensemble du spectre audio.

En général, un réseau de microphones larges n'est capable d'atteindre une directivité décente sans crénelage que pour une bande passante très limitée. Bien qu'un concepteur de réseaux de microphones puisse définir l'espacement entre les microphones pour donner de la directivité dans une petite gamme de fréquences d'intérêt, il ne peut pas obtenir une bonne directivité sur l'ensemble du spectre audio. Pour les environnements avec un large spectre de bruit ambiant et de réverbération, un beamformer large a du mal à fournir une isolation claire de la voix d'un utilisateur. La figure 5 montre un graphique de l'indice de directivité en fonction de la fréquence d'un beamformer côté large avec les trois espacements précédemment discutés. L'indice de directivité moyen prend en compte ces valeurs sur l'ensemble de la plage audible. En raison de la nature

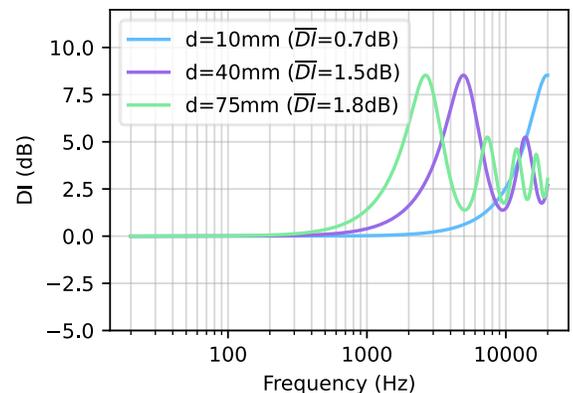
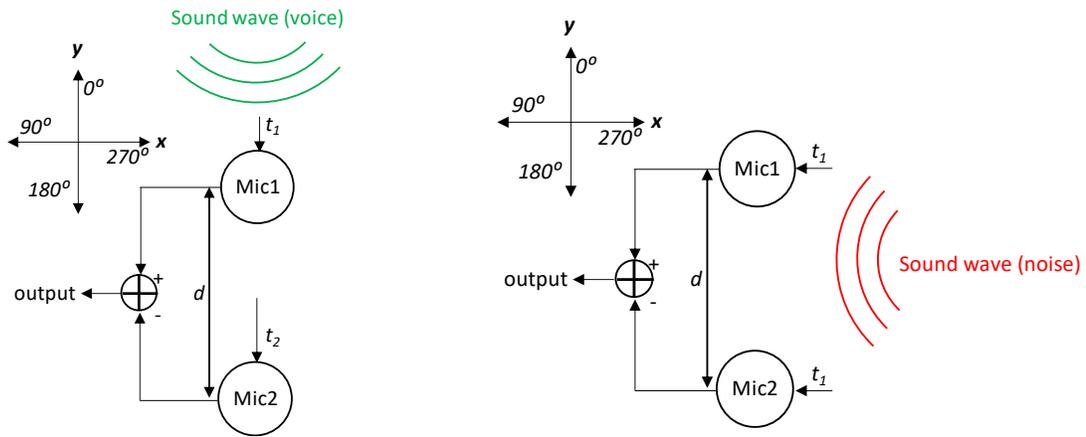


Figure 5 Indice de directivité en fonction de la fréquence d'un beamformer de bordée

instable des diagrammes de directionnalité des faisceaux latéraux, l'indice de directivité moyen pour les trois espacements différents varie de 0,7 dB à 1,8 dB, une légère amélioration par rapport à un microphone omnidirectionnel typique. De plus, pour obtenir une directivité moyenne supérieure à 1 dB, le réseau doit être placé dans une configuration qui se situe autour de 4 kHz, bien dans la gamme des fréquences importantes pour la prise de parole et d'audio.

Formeuse de faisceaux à feu d'extrémité traditionnelle

Dans un réseau de microphones à percussion standard (**également connu sous le nom de réseau de microphones différentiels**), deux microphones ou plus sont positionnés le long d'une ligne parallèle à la direction de propagation d'un son souhaité. Par exemple, si une personne parle et que sa voix se propage le long de la direction y , deux microphones sont placés le long de la direction y ,



avec un espacement d comme illustré à la figure 6.

Figure 6: Réseau Endfire utilisant des microphones omnidirectionnels avec un son provenant de 0° (gauche) et 90° (droite)

Dans un réseau d'extrémités, les sorties des deux signaux du microphone sont soustraites. Tout son se propageant dans la direction x arrive aux deux microphones en même temps, tandis que tout son se propageant dans une direction différente arrive aux deux microphones à des moments différents. Plus le son est proche de la direction y , plus le délai entre le moment où le son atteint chaque microphone est long. Par exemple, dans la figure 6, une onde sonore se propageant à un angle de 0° atteint *Mic1* à l'instant t_1 puis arrive à *Mic2* à un instant t_2 ultérieur. La différence de temps d'arrivée de l'onde sonore correspond à une différence de phase entre le signal au niveau des deux microphones. Lorsque l'on soustrait les deux sorties microphone, une différence de phase plus importante correspond à un signal de sortie plus important. Lorsque le son se propage le long de la direction x , les signaux de chaque microphone sont complètement en phase et la sortie du signal différentiel s'annule. Ainsi, le réseau capte les sons se déplaçant dans la direction y , tout en atténuant les sons se déplaçant dans la direction x .

La figure 7 montre le diagramme de directionnalité (normalisé à 0 dB) et la réponse en fréquence d'un réseau de microphones à percussion avec un espacement de $d = 40 \text{ mm}$.

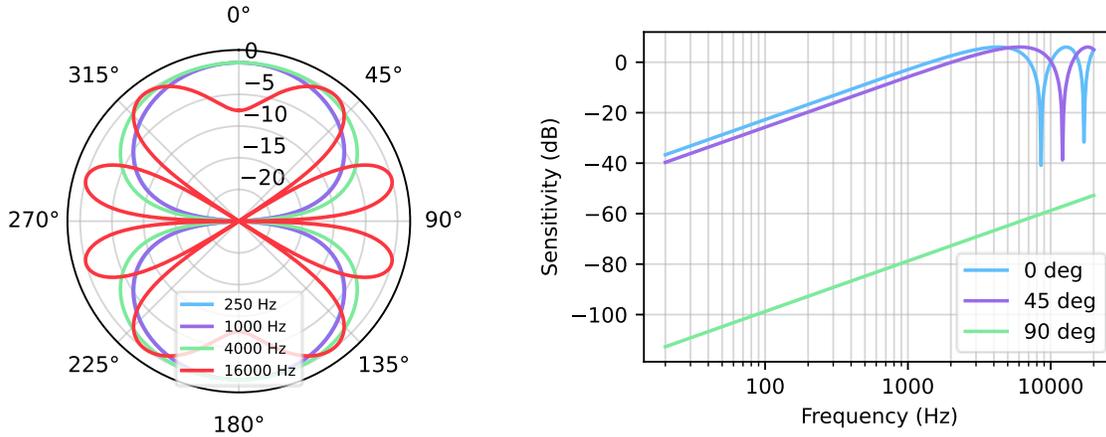
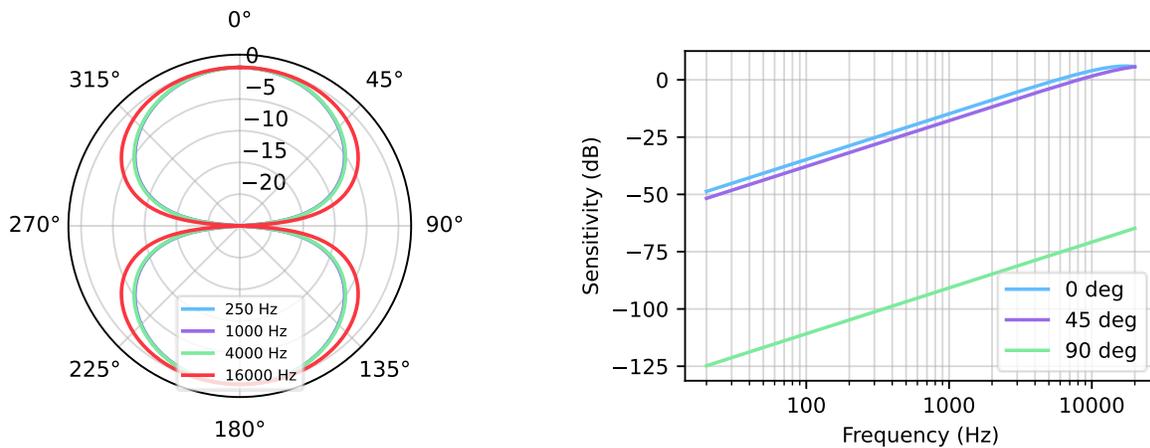


Figure 7: Diagramme polaire (à gauche) et réponse en fréquence normalisée (à droite) d'un réseau à feu d'extrémité avec un espacement de 40 mm.

Le réseau de microphones a sa plus grande sensibilité pour les sons le long de la direction y tout en rejetant les sons le long de la direction x . Étant donné que le réseau soustrait les deux sorties microphone, la sensibilité dans l'axe du réseau est considérablement atténuée. En d'autres termes, les différences observées par les deux microphones sont généralement très faibles. Plus la fréquence du son entrant est basse, plus la sensibilité du réseau est faible. Il en résulte une réduction du rapport signal/bruit d'environ 11,5 dB par rapport à un microphone individuel. Afin d'obtenir la directionnalité, le réseau de microphones différentiels subit une perte significative de SNR, ce qui dégrade la qualité audio. Et pourtant, il subit un aliasing à des fréquences supérieures à 4,25 kHz.

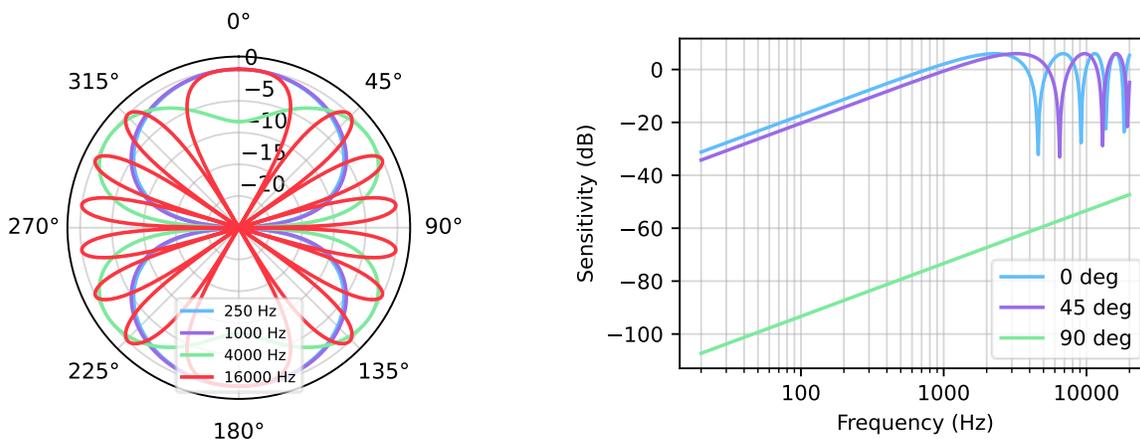
Pour améliorer la sensibilité aux basses fréquences, l'espacement entre les microphones peut être augmenté. Par exemple, l'espacement des microphones peut être augmenté à 75 mm. Étant donné que les microphones sont plus espacés, une onde sonore arrivant dans l'axe mettra plus de temps à arriver au deuxième microphone par rapport au premier, ce qui créera une plus grande différence de pression entre les deux. Comme le montre la figure 8, le réseau de microphones atteint une plus grande sensibilité aux basses fréquences.

Figure 8: Diagramme polaire (à gauche) et réponse en fréquence normalisée (à droite) d'un réseau de feu d'extrémité



avec un espacement de 75 mm.

En espaçant davantage les microphones, la sensibilité de la sortie dans les basses fréquences est augmentée, mais le réseau subit désormais un aliasing à 2,27 kHz. L'amélioration des performances dans les basses fréquences se fait au détriment des performances dans les hautes fréquences. Il en résulte une réduction d'environ 12 dB du rapport signal/bruit par rapport à un seul microphone omnidirectionnel. Ainsi, la réduction du rapport signal/bruit subie par le réseau d'extrémité, par rapport à un seul microphone omnidirectionnel, est similaire pour les espacements de 40 mm et 75 mm.



Alternativement, la fréquence de repliement du réseau de microphones peut être poussée à des fréquences plus élevées, et la directionnalité préservée, en espaçant les deux microphones plus près

l'un de l'autre. Par exemple, lorsque les microphones sont espacés de 10 mm, les performances du réseau s'affichent, comme illustré à la Figure 9.

Figure 9: Diagramme polaire (à gauche) et réponse en fréquence normalisée (à droite) d'un réseau à feu d'extrémité avec un espacement de 10 mm.

La fréquence de repliement est augmentée et le réseau présente enfin une bonne directionnalité sur l'ensemble du spectre audio. Cependant, cela se fait au prix d'une sensibilité acoustique réduite. Lorsque deux microphones sont si rapprochés l'un de l'autre que la différence de pression entre eux est incroyablement faible, ce qui se traduit par un rapport signal/bruit effectif inférieur de 17 dB à celui d'un seul microphone ! Cette réduction massive du rapport signal/bruit entraîne une mauvaise qualité audio et un signal vocal qui est dominé par le bruit du microphone.

À l'instar du réseau de microphones larges, le réseau de microphones à percussion n'est capable d'atteindre des performances acceptables que pour les sons dont la demi-longueur d'onde est proche de l'espacement entre les deux microphones. Le réseau de microphones à feu final est fondamentalement limité en bande passante utilisable. Un concepteur de réseaux de microphones ne peut pas créer un réseau de 2 microphones qui permet d'obtenir à la fois une sensibilité élevée et une directivité constante sur l'ensemble du spectre audible. La figure 10 montre un graphique de l'indice de directivité en fonction de la fréquence d'un beamformer à feu d'extrémité avec les trois espacements précédemment discutés.

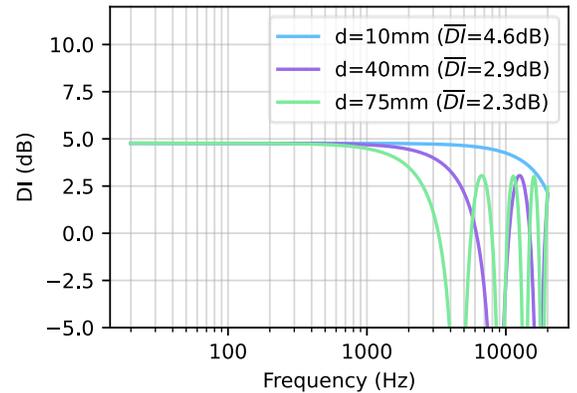


Figure 10: Indice de directivité en fonction de la fréquence d'un beamformer de fin de feu avec différents espacements

L'indice de directivité moyen d'un beamformer différentiel de fin de feu avec un espacement de 10 mm offre une directionnalité améliorée avec un indice de directivité moyen de 4,6 dB. Cependant, cela se fait au prix d'un rapport signal/bruit effectivement inutilisable. La seule façon de récupérer le rapport signal/bruit du réseau de microphones est d'augmenter l'espacement, ce qui réduit la directivité moyenne et introduit un crénelage aux fréquences essentielles de la bande audio.

Le Le réseau différentiel peut atteindre une meilleure directionnalité qu'un réseau latéral, mais souffre d'un autre défi : l'inadéquation des capteurs. Les microphones MEMS omnidirectionnels typiques ont une sensibilité équivalente à +/- 1 dB. Comme nous l'avons vu, en raison des petites différences de pression entre les deux microphones, le réseau différentiel a déjà une sensibilité considérablement réduite. Cela est particulièrement vrai dans les basses fréquences où la différence entre les deux sorties du capteur est particulièrement faible. À ces fréquences, de petits décalages entre les microphones peuvent avoir un impact plus important sur les performances du réseau, car ils sont

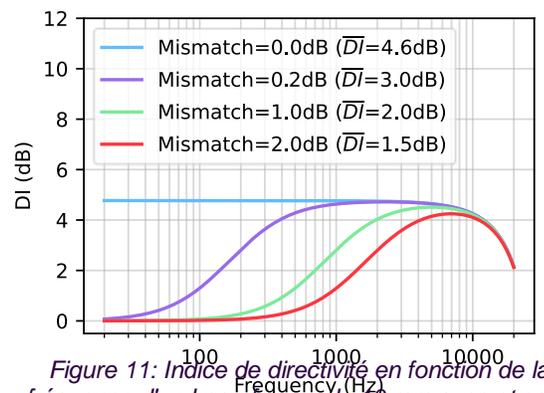


Figure 11: Indice de directivité en fonction de la fréquence d'un beamformer de 10 mm avec et sans décalage de capteur

plus importants proportionnellement à la différence de pression perçue par les microphones. Cela a un effet négatif sur la directionnalité du réseau. La figure 11 montre l'indice de directivité en fonction de la fréquence d'un réseau différentiel avec un espacement de 10 mm pour différents niveaux de décalage de sensibilité.

Avec seulement 0,5 dB de décalage de sensibilité, l'indice de directivité moyen d'un réseau différentiel avec un espacement de 10 mm peut chuter de 2 dB. Plus précisément, le réseau différentiel perd une quantité importante de directionnalité à l'extrémité basse fréquence du spectre audio. Ainsi, les réseaux de microphones différentiels sont très sensibles aux incompatibilités liées à la fabrication entre les capteurs qui peuvent résulter de la fabrication du transducteur lui-même ou de l'intégration dans le produit final.

Lorsqu'ils choisissent entre des faisceaux frontaux ou différentiels, les concepteurs de systèmes doivent faire un choix entre la préservation du rapport signal/bruit ou l'obtention d'une directivité pour rejeter les bruits ambiants indésirables et la réverbération. Dans les deux cas, la qualité audio du signal est réduite. en ordre

Le microphone directionnel Soundskrit

Soundskrit présente le premier microphone directionnel MEMS avec une directivité constante sur l'ensemble du spectre audible et un rapport signal/bruit élevé pour une excellente qualité sonore. En tirant parti d'un transducteur MEMS innovant qui est intrinsèquement directionnel, la technologie de Soundskrit ne repose pas sur deux transducteurs distincts pour atteindre la directionnalité. Ainsi, il ne souffre pas du comportement dépendant de la fréquence observé par les réseaux de microphones omnidirectionnels espacés. La figure 12 ci-dessous montre le diagramme de faisceau dipolaire cohérent de la SKR0400 de Soundskrit.

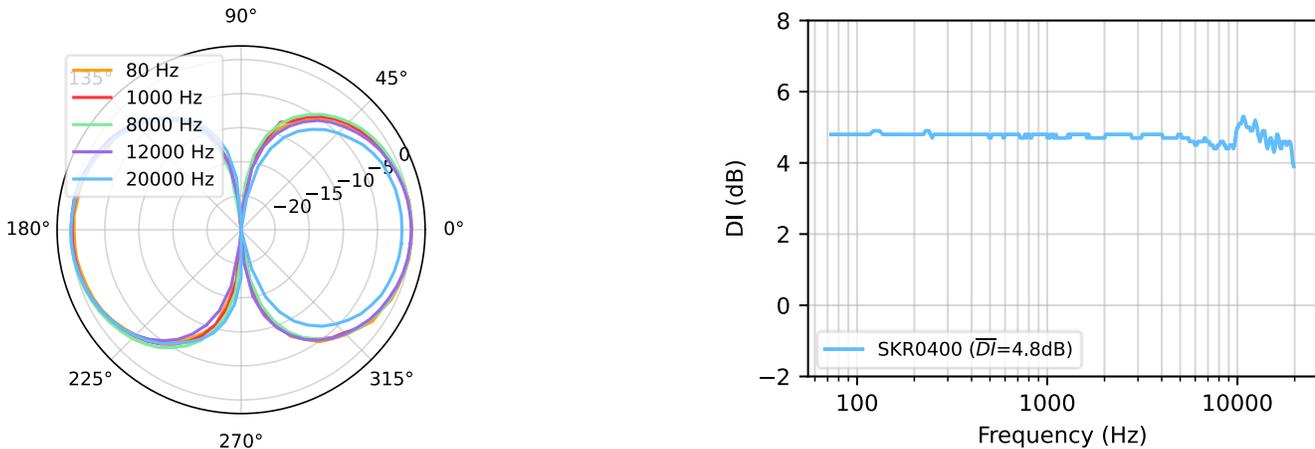


Figure 12: Diagramme polaire (à gauche) et indice de directivité en fonction de la fréquence (à droite) de la SKR0400.

Le SKR0400 maintient un indice de directivité moyen de 4,8 dB, ne subit pas d'aliasing et maintient une valeur nulle constante sur l'ensemble du spectre audible. C'est incroyablement avantageux lors de la conception de systèmes de capture audio qui doivent isoler la voix d'un utilisateur tout en éliminant les bruits de fond. Le SKR0400 fournit intrinsèquement 4,8 dB de rejet de bruit diffus dans le matériel seul, sans aucun traitement du signal. Cela réduit les contraintes de calcul sur le traitement du signal et permet une meilleure clarté globale de la voix.

Contrairement au réseau omnidirectionnel à microphone qui souffre d'une perte massive de sensibilité lorsqu'il est utilisé pour fournir une sortie dipôle, la technologie de Soundskrit maintient un rapport signal/bruit élevé. La figure 13 montre le rapport signal/bruit de l'SKR0400 par rapport à un réseau différentiel traditionnel à 2 microphones avec un espacement de 10 mm utilisant des microphones omnidirectionnels de 70 dB.

Comme on peut le voir sur la figure 13, le réseau de microphones traditionnel perd 17 dB SNR lorsqu'il est utilisé pour créer un faisceau dipôle, pour un SNR effectif de seulement 53 dB. Pendant ce temps, le

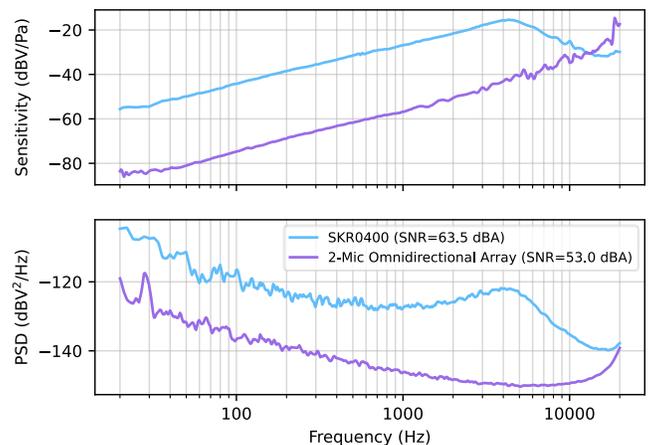


Figure 13: SNR de la SKR0400 par rapport à un réseau de microphones différentiels utilisant deux microphones omnidirectionnels de 70 dB avec un espacement de 10 mm



SKR0400 atteint un rapport signal/bruit de 63,5 dB, soit plus de 10 dB de plus que son homologue à microphone omnidirectionnel.

Les microphones directionnels de Soundskrit sont la solution idéale pour la capture vocale, fournissant un signal audio de haute qualité avec un rejet naturel des bruits de fond indésirables. Soundskrit apporte la puissance des réseaux de microphones traditionnels dans un seul microphone de petite taille. La solution à microphone unique réduit la consommation d'énergie et la charge de calcul généralement imposées par les réseaux de microphones traditionnels. De plus, étant donné que Soundskrit permet d'obtenir une directivité à partir d'un seul transducteur, il n'est pas sujet aux problèmes typiques liés à la fabrication qui entraînent une incompatibilité des microphones entre les réseaux.

Faisceaux latéraux avec microphones directionnels

Dans les applications où la performance est de la plus haute importance, il est possible de remplacer les multiples microphones omnidirectionnels d'un réseau traditionnel par plusieurs microphones Soundskrit. Par exemple, le réseau omnidirectionnel à 2 microphones peut être remplacé par un réseau à 2 microphones Soundskrit. La figure 14 montre l'indice de directivité en fonction de la fréquence d'un réseau large à 2 microphones utilisant des microphones Soundskrit avec des espacements différents.

Le Le réseau large de microphones Soundskrit atteint un indice de directivité moyen compris entre 5,2 dB et 6,3 dB en fonction de l'espacement. Il s'agit d'une grande amélioration par rapport à son homologue omnidirectionnel qui offrait moins de 1,8 dB de directivité. À l'instar du réseau de microphones omnidirectionnels, le réseau de microphones Soundskrit voit également une augmentation du rapport signal/bruit de 3 dB lorsqu'il est utilisé dans cette configuration. Cependant, alors que les réseaux traditionnels de microphones omnidirectionnels offrent une directivité extrêmement limitée, la directivité inhérente aux microphones Soundskrit permet au beamformer large de devenir un outil efficace pour l'isolation de la voix, en particulier dans des produits tels que les ordinateurs portables ou les téléviseurs dont les facteurs de forme sont limités aux configurations larges.

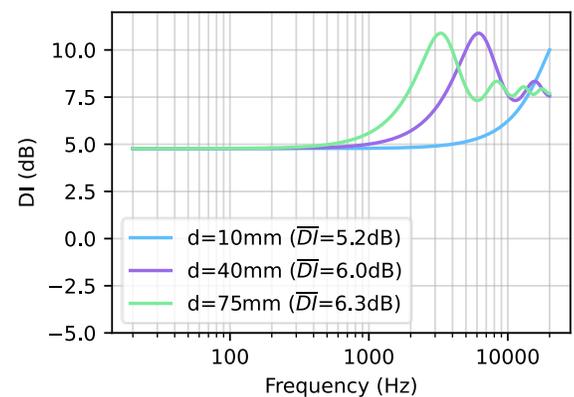


Figure 14: Directivité large avec microphones Soundskrit

Formeurs de faisceaux Endfire avec microphones directionnels

À l'instar du beamformer de bordée, le réseau omnidirectionnel à 2 microphones peut être remplacé par un réseau à 2 microphones Soundskrit. La figure 15 montre l'indice de directivité en fonction de la fréquence d'un réseau à 2 microphones utilisant des microphones Soundskrit avec des espacements différents.

Le réseau de microphones Soundskrit atteint un indice de directivité moyen allant jusqu'à 6,9 dB en fonction de l'espacement des microphones, bien supérieur à ce qui peut être obtenu avec 2 microphones omnidirectionnels. Cependant, à l'instar du réseau de microphones omnidirectionnels, un réseau de microphones directionnels verra également une réduction du rapport signal/bruit lorsqu'il est utilisé dans cette configuration. Ainsi, il est préférable pour les applications dans lesquelles le rapport signal/bruit le plus élevé n'est pas nécessaire, par exemple, dans les applications où le réseau de microphones est proche de la bouche de l'utilisateur.

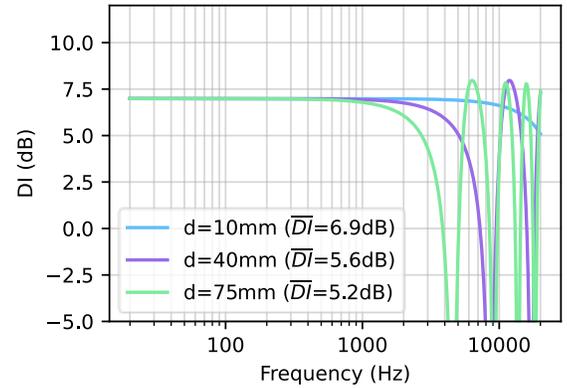


Figure 15: Indice de directivité d'un réseau d'extrémités avec microphones Soundskrit

Résumé

Lors de l'utilisation de microphones omnidirectionnels dans des matrices, il existe un compromis fondamental entre le rapport signal/bruit et la directivité. Si un rapport signal/bruit élevé est nécessaire, un beamformer latéral peut être utilisé avec une directionnalité limitée. Sinon, pour les applications avec un bruit ou une réverbération importants, un formateur de faisceau différentiel à feu d'extrémité peut être utilisé pour fournir plus de directionnalité, au détriment d'un rapport signal/bruit réduit et donc d'une qualité audio. De plus, en raison des effets de crénelage, seule une bande passante limitée de directionnalité peut être atteinte. Un concepteur de réseau de microphones doit choisir les fréquences qui sont les plus importantes pour lui et définir l'espacement du réseau de microphones en conséquence. Pour le nombre croissant d'applications dans lesquelles l'audio à large bande est désormais souhaitable, la meilleure option est d'utiliser de nombreux microphones avec des espacements différents pour couvrir l'ensemble du spectre audio.

Heureusement, Soundskrit fournit un outil pour les systèmes audio qui n'est pas limité par les mêmes compromis fondamentaux que les réseaux de microphones omnidirectionnels. Comme indiqué, le microphone de Soundskrit offre une directivité élevée sur l'ensemble du spectre audio sans sacrifier le rapport signal/bruit. Plusieurs microphones Soundskrit peuvent être disposés comme des microphones omnidirectionnels traditionnels ou exploités dans de nouvelles architectures de réseau pour offrir des performances encore meilleures. Lorsque l'audio a été introduit pour la première fois sur les appareils grand public, une bande passante très limitée était acceptable. C'était « assez bien » pour l'époque. Aujourd'hui, alors que les performances audio sont au premier plan de nombreux nouveaux appareils grand public, une solution avec un niveau plus élevé est nécessaire. le



Soutien supplémentaire

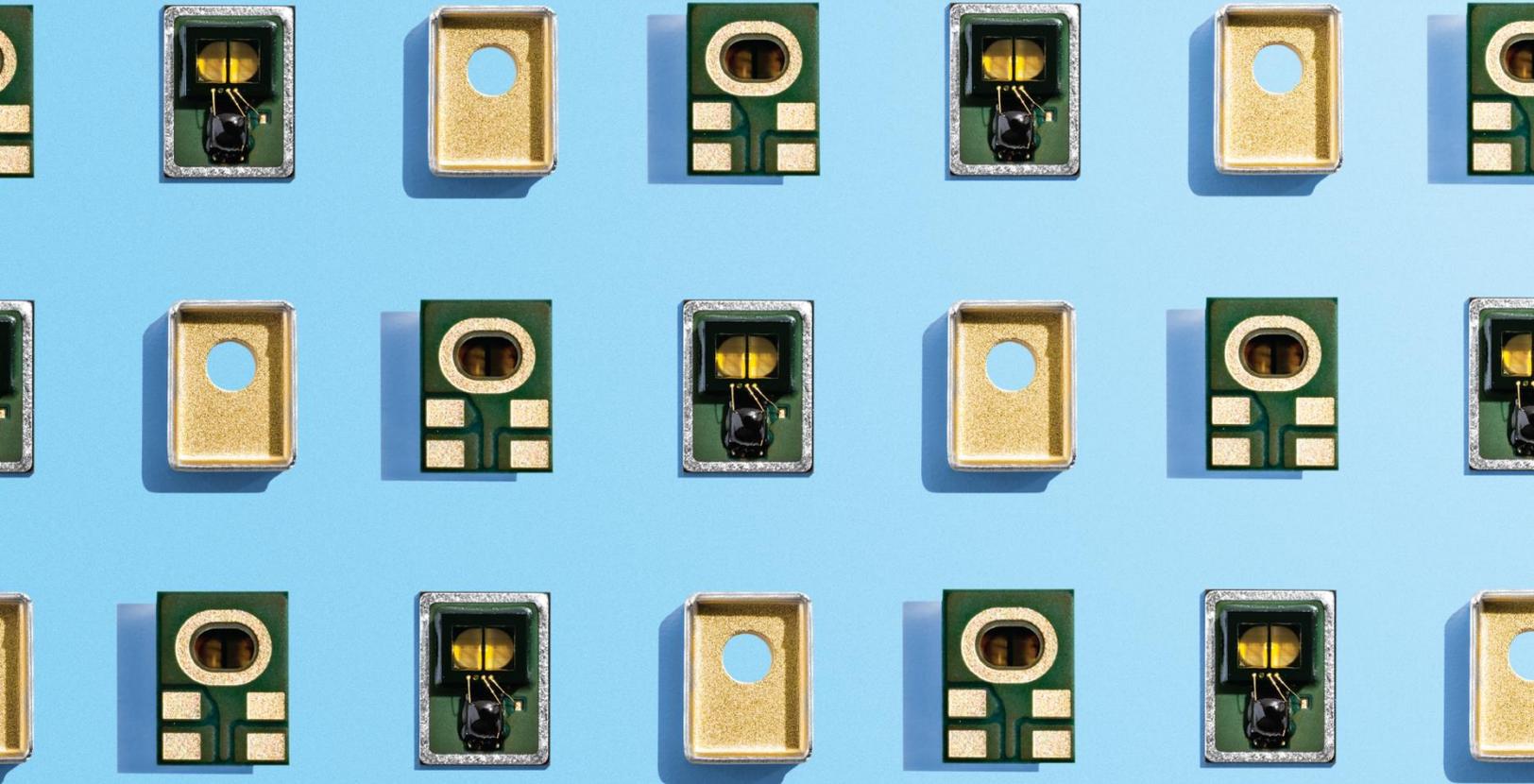
Pour plus d'informations sur les produits de Soundskrit, visitez notre site Web à [l'adresse http://www.soundskrit.ca](http://www.soundskrit.ca) où vous trouverez plus de notes d'application, de fiches techniques et d'informations d'achat. Si vous avez des questions ou si vous avez besoin d'une assistance technique, n'hésitez pas à applications@soundskrit.ca contacter.

Étiquette de révision	Date de révision	Sections révisées
-	Novembre 2022	Version initiale
Un	Avril 2023	Mise en forme mise à jour



Soundskrit a développé le premier microphone MEMS directionnel haute performance sur le marché, en s'appuyant sur des années de recherche sur les MEMS bio-inspirés basés sur la façon dont les araignées et autres insectes de la nature entendent. En combinaison avec les algorithmes de traitement audio internes de Soundskrit, les microphones directionnels peuvent être utilisés pour capturer et isoler n'importe quel son dans un environnement avec une fraction de la taille, de la puissance et du calcul des réseaux de microphones omnidirectionnels traditionnels.

Soundskrit a été fondée en 2019 et son siège social est situé à Montréal, au Québec, avec un centre de recherche et développement à Ann Arbor, au Michigan.



soundskrit
Hear the impossible.